Oswald Heller

Berufseignungsfeststellung und Unfallverhütung in der Holzindustrie auf Grund psychotechnischer Prüfverfahren

ISBN 978-3-662-27799-7 ISBN 978-3-662-29299-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-29299-0

Sonderabdruck aus „Industrielle Psychotechnik“,
1. Jahrgang, Heft 4

Inhalt: Auf Grund von Berufs- und Unfallanalyse werden Prüfverfahren für diejenigen Funktionen gezeigt, welche einerseits zum erfolgreichen Ausüben des Holzbearbeitungsmaschinenarbeiterberufes notwendig sind, anderseits beim Auftreten der mannigfachen Unfallsgefahren in diesem Berufe von besonderer Bedeutung sind. An Hand vorläufiger Erfolgskontrollprüfungen wird die Verläßlichkeit der Prüfmethoden — besonders bzgl. Eignungsfeststellung — nachgewiesen.

Bei der Ausarbeitung der Prüfverfahren lag ein doppeltes Ziel vor. Einmal galt es, für eine Gruppe der im Holzgewerbe Beschäftigten eine Prüfung der Eignung zum zukünftigen Berufe zu schaffen, anderseits sollte der Versuch gemacht werden, die trotz der mannigfachen technischen Sicherheitsvorrichtungen und Vorsichtsmaßregeln doch so große Zahl der an den Holzbearbeitungsmaschinen vorkommenden Unglücksfälle dadurch einzudämmen, daß diejenigen seelisch-körperlichen Eigenschaften und Verhaltungsweisen, die beim Auftreten einer Unfallgefahr eine ausschlaggebende Rolle spielen, zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht werden.

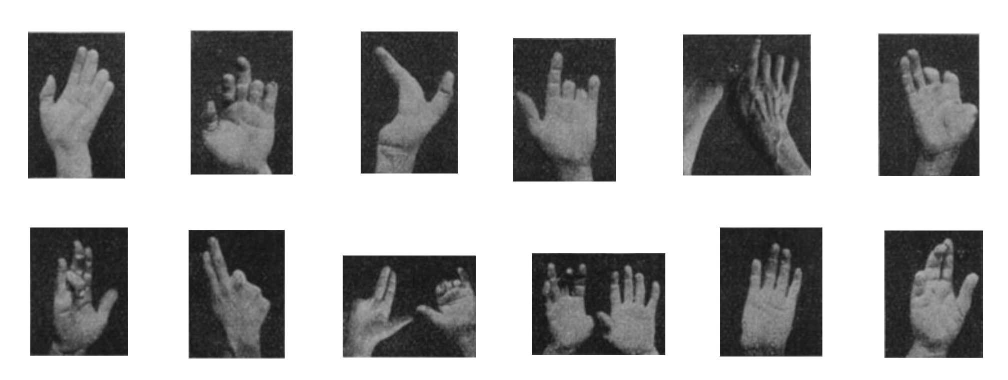


Abb. 1. **Handverstümmelungen infolge von Unfällen an Holzbearbeitungsmaschinen.**

Die Holzbearbeitungsmaschinen sind bekanntlich deswegen so gefährlich, weil das zu bearbeitende Holz meist mit der ungeschützten Hand an die sehr schnell rotierenden Schneidewerkzeuge herangebracht werden muß. Das Blatt einer Bandsäge bewegt sich mit einer Geschwindigkeit bis zu 1200 m in der Minute. Noch viel größer ist die Umfangsgeschwindigkeit der Kreissägen, Hobel- und Fräsmaschinen.

In erster Linie sind die Hände der Arbeiter gefährdet. Die in Abb. 1 wiedergegebenen Beispiele von Handverstümmelungen stellen keine Sonderfälle dar, sondern sind für die einzelnen Maschinen geradezu typisch.

Im Bereiche der Norddeutschen Holzberufsgenossenschaft wurden im Jahre 1919 auf 256 980 versicherte Personen 14 671 Unfälle gemeldet (die Ziffern der Vorkriegsjahre sind

auch nicht günstiger). Von den 2268 schweren Unfällen geschahen 1410, also 62%, an Maschinen.

Es erschien aufschlußreich, das zur Verfügung stehende statistische Material auch nach sonstigen Gesichtspunkten einer genaueren Verarbeitung zu unterziehen. Abb. 2 zeigt das Resultat der Erhebungen für die Jahre 1913 (oben) und 1919 (unten). Wie daraus z. B. ersichtlich, sind die Stunden von 9—10 Uhr vormittags und 2—3 Uhr nachmittags die häufigsten Zeiten der Unfälle, wie es auch verschiedene englische und amerikanische Forscher in anderen Industriezweigen gefunden haben. Daß diese Zeitpunkte mit den Spitzen der Tagesleistungskurven zusammenfallen, dürfte nicht zufällig sein. Im Laufe der Woche nehmen die Unfälle von Tag zu Tag allmählich ab, und es spielt der Montag nicht die böse Rolle, die man befürchten könnte. Aus der Verteilung auf die verschiedenen Altersstufen ersieht man, daß besonders die jüngeren Jahrgänge den Unfällen unterliegen; der starke Abfall zu Schluß ist auf die geringere Anzahl der alten Arbeiter zurückzuführen.

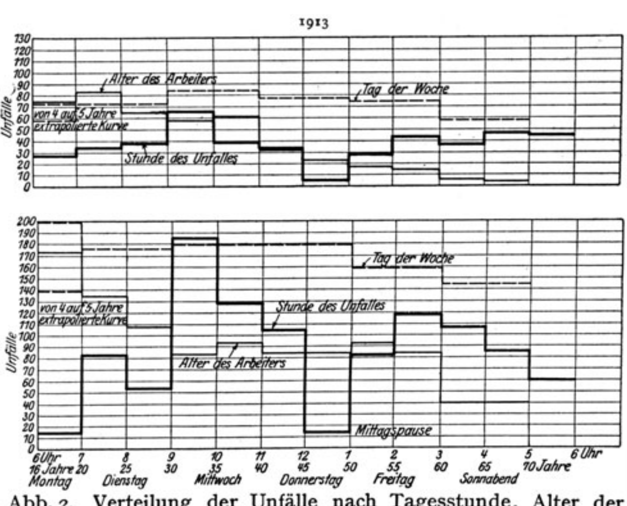


Abb. 2. Verteilung der Unfälle nach Tagesstunde, Alter der Arbeiter, Wochentag in den Jahren 1913 (oben) und 1919 (unten).

Von den einzelnen Maschinen sind die Kreis- und Bandsägen (außer ihrer Gefährlichkeit auch die verbreitetsten) diejenigen, die die meisten Verunglückten liefern: etwa 60% aller Maschinenunfälle. Ihnen folgt die Fräsmaschine mit 18%, dann die Hobel- und Abrichtmaschinen mit 15%, bis die restlichen sich auf die übrigen Holzbearbeitungsmaschinen verteilen.

Unter den angegebenen Unfallursachen findet man außer: Fehlern in Maschine, Werkzeug und Material, auch: zu engen Arbeitsplatz, schlechte Beleuchtung, Arbeitsüberhäufung und Antreiberei, also ungenügende Berücksichtigung der zur rationellen Arbeit notwendigen Bedingungen und schließlich: Unvorsichtigkeit, Ablenkung durch andere, Kippen, Zersplittern oder Zurückschlagen des Werkstückes, Ausgleiten — also gewisses funktionelles Versagen beim Arbeiter selbst.

Um die Unfallursachen im einzelnen genauer zu ergründen und auch für die an zukünftigen Holzmaschinenarbeitern vorzunehmende Eignungsprüfung Grundlagen zu schaffen, wurde die Tätigkeit an den wichtigsten und gefährlichsten Holzbearbeitungsmaschinen einer psychotechnischen Arbeitsstudie unterzogen. Eine Zusammenfassung der wesentlichsten Ergebnisse dieser Untersuchungen, die an den Arbeitenden gestellten hauptsächlichen Anforderungen bei der Bedienung der einzelnen Holzbearbeitungsmaschinen, deren Gefährlichkeitsgrad, ferner die für den Maschinenarbeiter berufswichtigen seelisch-körperlichen Funktionen und die zur Auslese ins Auge gefaßten Prüfverfahren, — von welchen besonders die neu ausgearbeiteten hier eingehend besprochen werden sollen — sind übersichtlich in Taf. 1 und 2 aufgestellt.

Den Daten der Taf. 1 sind außer eigenen Beobachtungen und Erfahrungen auch die Urteile und Äußerungen bewährter Praktiker zugrunde gelegt. Die Anforderungen sind an den verschiedenen Maschinen nicht gleich, doch stehen sie ungefähr alle auf der gleichen Stufe. Besonders stellen alle Maschinen hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit und

Konzentration, wie auch ein möglichst schnelles, motorisches Reaktionsverhalten gegenüber den Gefahrsmomenten bei sämtlichen Maschinen erwünscht ist.

In Taf. 2 sind diejenigen berufswichtigen Eigenschaften aufgestellt, von denen zu erwarten war, daß sie durch die angeführten Prüfmittel erfaßbar sein werden. Sowohl die Fähigkeiten, die zum erfolgreichen Ausüben der Arbeiten an den Holzbearbeitungsmaschinen

Tafel 1.

Anforderungen bei dem Bedienen der Holzbearbeitungsmaschinen.

	Anforderungen	Wichtigkeitsindices							Bemerkungen	
		Fräsmaschine	Kreissäge	Bandsäge u. Decoupiermasch.	Kehlmasch.	Hobel-Abrichtmasch.	Schlitz- u. Abzapfmasch.	Kettenfräser		
benötigte Eigenschaften	geistige Fähigkeiten . . .	1	4	1	3	3	2	3		
	Geschicklichkeit	1	4	2	2	3	3	2		
	Konzentration	1	2	1	2	2	2	2		
	Arbeitstempo	3	1	2	2	1	2	1		
	Kraftbeanspruchung. . .	3	1	3	2	1	3	2		
	Körpergröße	1—5	1—3	1—5	1—4	1—3	1—4	1—3		
anzueignende Kenntnisse	Zeichnungen lesen . . .	2	4	2	3	4	3	3	Wichtigkeit	Index
	Rechnen	3	4	3	4	4	3	4	sehr groß	1
	Kenntnis u. Instandhaltung der Maschine.	benötigt	benötigt	benötigt	benötigt	benötigt	benötigt	benötigt	groß	2
	Kenntnis u. Instandhaltung des Werkzeuges. . . .	„	„	„	„	„	„	„	mittel	3
	Kenntnis der Zeichen des Anreißers	„	„	„	„	„	„	„	mäßig	4
	Kenntnis der Hölzer und deren Eigenschaften . .	„	„	„	„	„	„	„	gering	5
	Entwerfen von Vorrichtungen	„	—	„	—	—	„	—		
	Kenntnis der Weiterverarbeitung	„	—	„	—	—	—	—		
	Leimen, Fournieren, Verzapfen, Nageln	„	—	„	„	„	„	„		
	Sägen, Hobeln, Feilen, Schleifen	„	„	„	—	—	—	—		
	Gefährlichkeit d. Maschine	1	1	1	2	2	3	3		

erforderlich sind, wie auch diejenigen Funktionen, die beim Auftreten von Gefahrmomenten von ausschlaggebender Bedeutung werden können, sind darin enthalten.

Bevor die Prüfversuche angefangen wurden, fand eine Besprechung mit einer Abordnung des Norddeutschen Holzarbeiterverbandes statt, da es sich herausstellte, daß gewisse Bedenken bei einem — wenn auch geringeren — Teil der Arbeitnehmerschaft gegen die psychotechnischen Prüfungen bestanden. Es war im gegebenen Falle nicht schwer zu beweisen, daß die Bestrebungen der Psychotechnik sich auch mit den Interessen der Arbeiter decken.

Der bei diesem Anlasse gefaßte Entschluß, der auch von der anschließend stattgefundenen Versammlung des Verbandes angenommen wurde, enthielt u. a. folgendes:

„Die Arbeiterschaft erkennt in der psychotechnischen Eignungsprüfung der Lehrlinge,

Tafel 2.

Tafel der berufswichtigen Funktionen und der Prüfverfahren.

	Funktionen	Prüfverfahren	Bemerkungen
Sinnesleistungen einschl. Handbetätigung	Zweidimensionales Augenmaß	Optometer nach Moede	
	Räumliches Augenmaß	Apparat für dreidimensionale Raumschätzung	×
	Tastsinn	Tastsinnprüfer nach Moede	
	Feingefühl im Unterarm und Handgelenk	Richtschlagprüfer	×
	Lage u. Bewegungsbewußtsein	Apparat zum Prüfen der Bewegungsfähigkeit und Automatisierung — Klötzchenstapeln	×
	Griffsicherheit		×
	Zeichnerische Begabung	Durch Probe für Formgedächtnis und Findigkeit	
Reaktionsfähigkeit	Reaktion auf taktilen Reiz	Reaktionsanordnungen mit Zeitmessung	
	„ „ akustischen Reiz		
	„ „ Widerstandsänderung	Apparat zum Prüfen des Reaktionsverhaltens auf veränderlichen Widerstand	×
Intelektuelle Funktionen	Gedächtnis für Formen	Nachzeichnen kurzdargebotener Figuren aus dem Gedächtnis	
	Raumvorstellung	Figuren nach Rybakoff, Entwicklung v. Schnittfiguren, Aussuchen von Ergänzungsformen	×
	Kombination von räumlich. Gebilden	Geometrische Zusammensetzungsaufgaben	
	Zeichnungen lesen	Vergleichen von perspektivischen- und Werkstattzeichnungen nach Tießen	
	Technische Kombination u. Findigkeit	Entwerfen einfacher Vorrichtungen	×
	Rechnerische Begabung	Rechenaufgaben	
Individualitäts-Faktor	Arbeitstempo	Klötzchenstapeln	×
	Körpergröße	Längenmaß	
	Körperkraft	Dynamometer nach Colline	
	Ermüdbarkeit	Energograph nach Moede	

Für die mit × versehenen Prüfungen wurden für diese Arbeit neue Verfahren ausgearbeitet.

welche einen Beruf ergreifen wollen, ein wirksames Mittel, um die Zahl von Verletzungen dadurch herabzumindern, daß viele Ungeeignete durch die Prüfung von der Arbeit an den Holzbearbeitungsmaschinen ferngehalten werden.“

Bei der Geschwindigkeit, mit welcher die Maschinenunfälle vor sich gehen, ist der Arbeiter gar nicht in der Lage festzustellen, was in der kurzen Zeit vorgegangen ist, und kann oft nach einem Unfall als unmittelbare Ursache nichts anderes angeben, als daß er plötzlich mit der Hand im Werkzeug war, insbesondere, da der heftige Schreck und Schmerz in der Erinnerung die Reihenfolge der einzelnen Momente verwischt. Es steht aber fest, daß in den meisten Fällen, wo der Arbeiter bei der Arbeit verunglückt und nicht angeben kann, was eigentlich die unmittelbare Ursache des Unfalls war, dieser auf eine unerwartete plötzliche Widerstandsveränderung zurückzuführen ist.

Die plötzlich auftretende Widerstandsveränderung beim Andrücken bzw. Vorschieben des Werkstückes gegen das Werkzeug wird durch Äste oder Spalte, die im Holz unsichtbar vorhanden sind, hervorgerufen. Das Werkstück setzt hierdurch ruckartig dem mit der Hand geführten Vorschub einen größeren bzw. kleineren Widerstand entgegen. In den meisten Fällen, wo die Verletzung nicht durch unachtsame Bewegung, Ausgleiten, Ermüdung usw. hervorgerufen wird, ist wohl ein Hauptfaktor für das Gefahrsmoment die Änderung des Widerstandes.

Es spielt nun eine große Rolle, wie sich der Arbeiter beim Auftreten eines derartig unerwarteten Stoßes verhält, d. h. inwieweit er sich das Werkstück aus der Hand reißen läßt, bzw. wie lange es dauert, bevor er auf die Widerstandsveränderung reagiert und die vorgleitende Hand zurückhalten kann. Es gibt viele Arbeiter, die in der Lage sind, auf derartige Reize sehr schnell zu reagieren, und diese legen nur einen sehr kurzen Weg mit der Hand in der Richtung zu dem gefährlichen Werkzeug zurück, während andere stumpf reagieren, so daß der Wille, die Hand in der Vorwärtsbewegung zu hemmen, erst verspätet eingreift. Auf diese Weise führt manchmal schon eine Bewegung von wenigen Zentimetern zum Unfall.

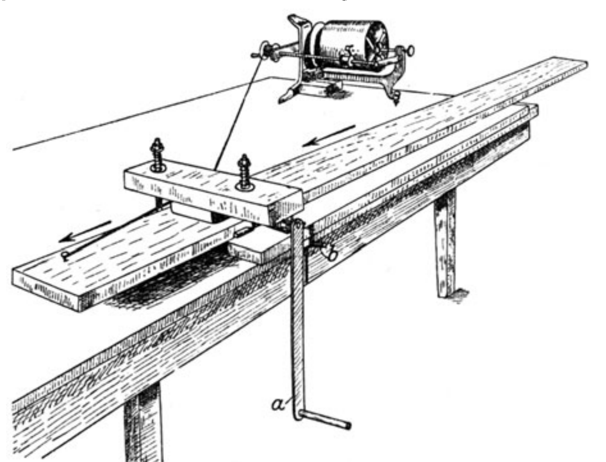


Abb. 3. Prüfanordnung für Reaktion auf veränderlichen Widerstand.

Die Apparatur zur Prüfung der Reaktion auf veränderlichen Widerstand soll erörtert werden.

Abb. 3 zeigt die Gesamtanordnung der Versuchsanlage. Diese lehnt sich eng an die Verhältnisse an, wie sie in der Praxis vorkommen, und ähnelt im Aussehen einer Hobel- bzw. Abrichtmaschine.

Der Prüfling hat die Aufgabe, ein langes Brett nach vorn zu schieben, das durch eine Bremsvorrichtung einen konstanten Widerstand erhält. Durch einen verstellbaren Nocken kann der Widerstand plötzlich verstärkt bzw. abgeschwächt werden. Die Bewegung des Brettes wird durch einen Faden auf eine Registriertrommel übertragen, durch welche die Geschwindigkeit des Vorschubes in einer Kurve aufgezeichnet wird.

Abb. 4 zeigt die Bremsvorrichtung des Apparates. Auf einer Eichenbohle, die auf dem Versuchstisch festgeschraubt ist, wird das Brett a) vorgeschoben. Durch den Balken b), der mit dem Bremsklotz d) auf das Brett a) drückt, wird ein gleichmäßiger Widerstand beim Vorschieben des Brettes eingestellt. Das Brett b) wird durch zwei angespannte Federn c) und c_1) niedergedrückt, sodaß mit einem konstanten Widerstand zu rechnen ist. Das plötzliche Ausschalten des

Widerstandes erfolgt in der Weise, daß der Prüfling, der das Brett vorwärtsschiebt, nicht erkennen kann, wann der Widerstand nachläßt. Zu diesem Zwecke wird die Auslösung des Widerstandes durch einen Fußhebel e) betätigt.

Wie aus der Abb. 4 (B) ersichtlich ist, ist an der Welle, die durch den Fußhebel bewegt wird, ein exzentrischer Nocken f) angebracht, mittels dessen der Balken b) gehoben oder gesenkt werden kann.

Bei den Versuchen wird der Fußhebel e) in die durch die strichpunktierte Mittellinie angedeutete Endstellung gebracht, so daß dieser an dem Anschlag liegt. Auf diese Weise läßt der Nocken die tiefste Stellung des Balkens b) zu. Die Federn c) und c_1) werden so vorgespannt, daß der Widerstand bei Vorschub des Brettes in der Bewegungsrichtung etwa 10 kg beträgt. Während des Vorschubes wird nun der Hebel plötzlich in die vertikale Stellung gebracht, wo-

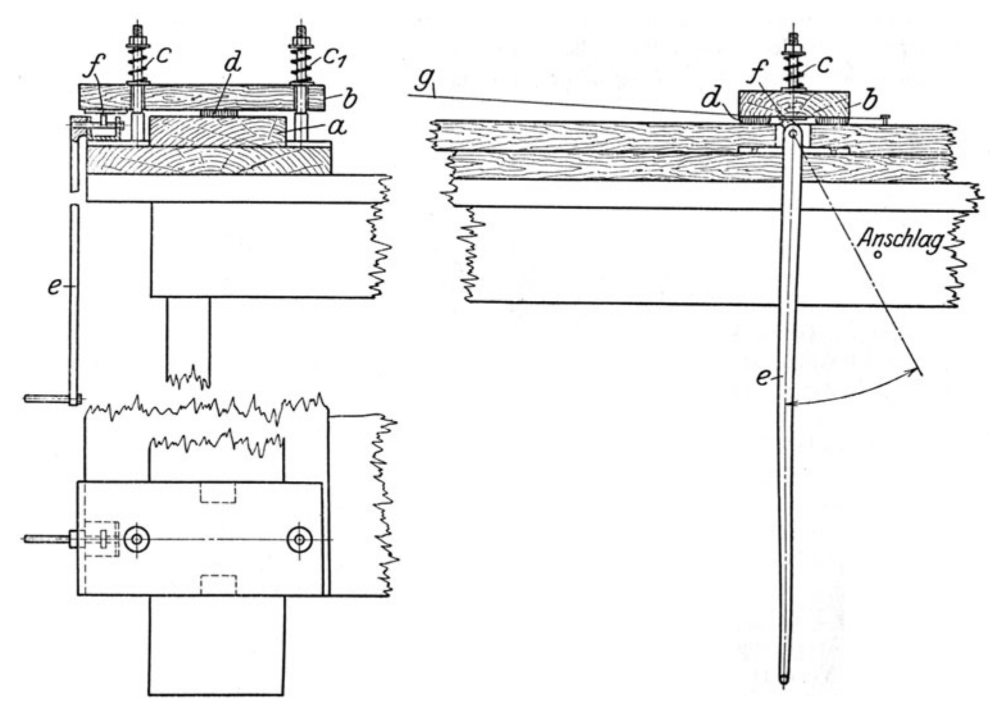


Abb. 4. Bremsvorrichtung zur Prüfanordnung Abb. 3.

durch der Nocken f) den Balken b) plötzlich hochhebt und der Widerstand abnimmt. Hierdurch wird der Prüfling, der das Brett mit gleichmäßiger Geschwindigkeit vorgeschoben hat, plötzlich mit dem Brett eine größere Geschwindigkeit vollführen. Die Aufgabe des Prüflings ist es, in dem Moment, wo er das Nachlassen des Widerstandes spürt, so schnell als möglich das Brett anzuhalten.

Im engen Zusammenhang mit der Reaktionszeit steht bei diesem Apparat der Reaktionsweg, das ist jener Weg, den die Hand mit dem Brett nach Änderung des Widerstandes bis zum Anhalten zurücklegt.

Wie aus der Zusammenstellungszeichnung, Abb. 3, zu ersehen ist, wird die Bewegung des Brettes durch einen Faden (g in Abb. 4) auf die Registriertrommel übertragen.

Durch das Uhrwerk erhält die Kymographiontrommel eine bestimmte Umdrehungsgeschwindigkeit, die vor Beginn der Prüfung genau zu bestimmen ist. Vor der Registriertrommel a) ist in horizontaler Richtung eine Leitspindel gelagert, durch welche ein Schlitten bewegt wird. Der Schlitten ist Träger eines elastisch gelagerten Bleistiftes, der auf einen Papierstreifen auf der Registriertrommel zeichnet.

Vor Beginn des Versuches wird der Faden auf die Trommel am Ende der Spindel aufgespult. Die Registriertrommel wird nun in Bewegung gesetzt, und der Prüfling schiebt das Brett vor. Hierbei wird durch den Faden die Trommel und die Spindel in Drehung versetzt, wodurch der Schlitten eine Bewegung von links nach rechts vollführt.

Für den Fall, daß die Registriertrommel und der Schlitten gleichförmige Bewegungen ausführen, muß der Bleistift eine gerade Linie unter einem gewissen Neigungswinkel auf den Papierstreifen aufzeichnen. Da jedoch durch die Einschaltung von veränderten Widerständen die Vorwärtsbewegung des Brettes eine ungleichmäßige wird, bewegt sich der Schlitten in horizontaler Richtung auch ungleichförmig. Er geht bei plötzlichem Nachlassen des Widerstandes durch schnellere Bewegung des Brettes und der Spindel sehr schnell vorwärts, und in dem Moment, wo der Prüfling bei der Reaktion auf die plötzliche Widerstandsveränderung das Brett schnell zum Stehen bringt, wird die Vorwärtsbewegung des Schlittens und des Bleistiftes angehalten. Hierdurch ergeben sich bestimmte, scharf begrenzte Sprünge in der Registrierkurve, die aus den vielen Aufnahmen im Anhange leicht ersehen werden können.

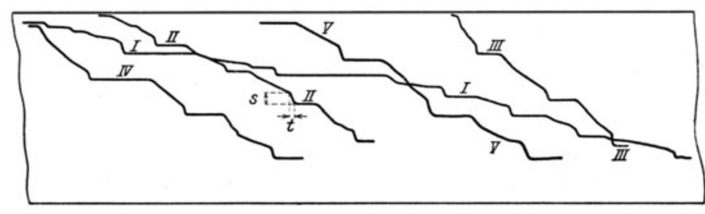


Abb. 5. Registrierung von Reaktionsversuchen.

In Abb. 5 ist ein derartiges Prüfungsergebnis im Maßstab 1 : 2 wiedergegeben. Die verschiedenen Kurven I—V, zeigen die Anzahl der Versuche an.

Vor Beginn der Versuche muß der Prüfling mit der Apparatur vollkommen vertraut gemacht werden und muß genau wissen, was er tun soll, d. h. in welcher Hinsicht er reagieren muß. Es wird ihm gesagt, daß er bei der geringsten Empfindung einer Widerstandsänderung beim Vorschub das Brett im Vorschub, so schnell er dazu überhaupt in der Lage ist, anhalten muß.

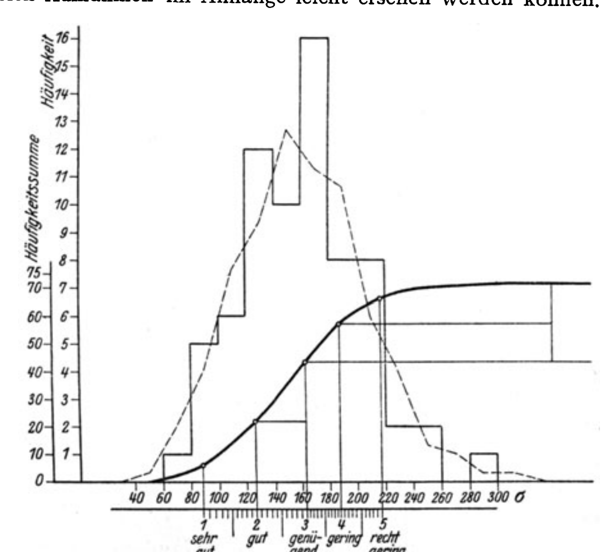


Abb. 6. Bewertungskurven der Reaktionszeiten (in $^{1}/_{1000}$ Sek.) bei Widerstandsänderung.

Um für alle Versuche gleichmäßige Bedingungen zu erhalten, soll der Vorschub jedesmal mit möglichst gleicher Geschwindigkeit erfolgen. Der Prüfleiter regelt bei den Vorversuchen diese Geschwindigkeit ein und hat eine genügende Kontrolle durch den Neigungswinkel der Kurve auf der Registriertrommel. (Bei Kurve I war beispielsweise der Vorschub zu langsam.)

Die Kurven zeigen in ihrem Verlaufe ganz typische Absätze, nach welchen sie dann ein Stück in horizontaler Richtung verlaufen. Die Ordinate in diesem Diagramm zeigt den zurückgelegten Weg an, während die Abszisse die Zeit aufzeichnet.

Die Reaktionen in den Kurven Abb. 5 werden nun derart ausgewertet, wie es Kurve II bei der dritten Reaktion zeigt. Es werden die Horizontal- und Vertikalprojektionen des Sprunges im Diagramm ermittelt, so daß man in horizontaler Richtung die Zeit der Reak-

tionsdauer und in vertikaler Richtung als Ordinate den während der Reaktionszeit zurückgelegten Weg berechnen kann.

Die Reaktionszeit kann nun ermittelt werden, indem man die Strecke t mißt und durch die Umfangsgeschwindigkeit des Kymographions dividiert.

Zur Ermittlung des Reaktionsweges muß natürlich auch bestimmt werden, wie sich die Bewegung der Hand mit dem Brett zu der kurzen Strecke im Diagramm verhält.

Die Prüfungen wurden so vorgenommen, daß jeder Prüfling 5 Vorschübe machen mußte, während deren etwa 3—5 Reaktionsmessungen vorgenommen wurden. Die Prüfung ergab also ungefähr 16—20 Messungen, aus denen die Mittelwerte und gegebenenfalls die Streuungen errechnet werden können.

Um die Versuchsanordnung für Prüfungszwecke verwenden zu können, wurden — wie auch bei allen später zu besprechenden neuen Vorrichtungen — Eichreihen an einer größeren

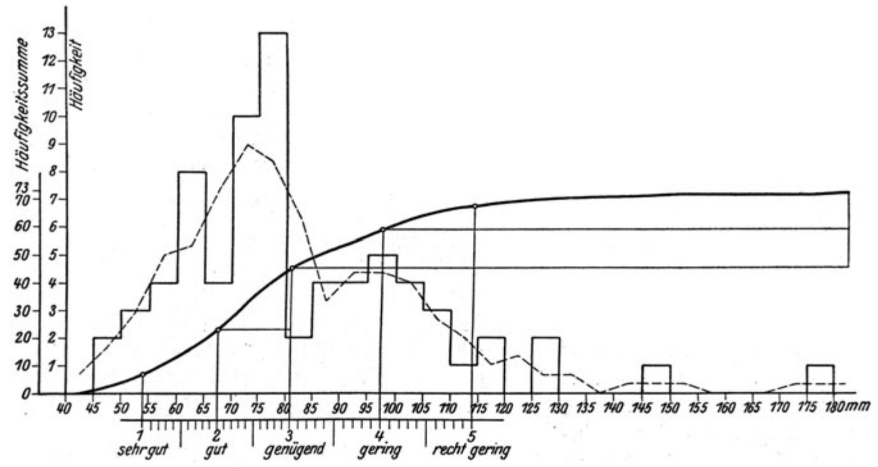


Abb. 7. **Bewertungskurven der Reaktionswege bei Widerstandsänderung.**

Anzahl (70—80) Versuchspersonen aus den Reihen der zukünftigen Holzarbeiter abgeleitet. Da die mittleren Schwankungen der Werte der Versuchspersonen keine genügende Differenzierung ergaben, wurden die Eichkurven (Abb. 6 und 7) aus den arithmetischen Mittelwerten der Leistungen der Einzelnen ermittelt.

Die Häufigkeitskurve in Abb. 6 zeigt, daß die besten Zeiten bei etwa $70\,\sigma$ ($1\sigma = {}^{1}/_{1000}$ Sek.) und die längsten bei etwa $280\,\sigma$ liegen. Die Häufigkeitskurve zeigt einen normalen Verlauf mit einem Höhepunkt, ähnlich einer Gaußschen Häufigkeitsverteilungskurve. Das in den Kurven niedergelegte Versuchs- und Eichungsergebnis zeigt Reaktionszeiten in weiten Grenzen. Eine Abweichung von den bisher bekannten Reaktionsverhältnissen auf optischen, akustischen oder taktilen Reiz besteht darin, daß bei diesen Reaktionen — unter bestimmten einfachen Bedingungen — die Häufigkeitskurven zwei Höhepunkte aufweisen, entsprechend dem motorischen oder sensorischen Reaktionstyp. Eine vollkommene Erforschung dieser Reaktionsleistung ist erst von eingehenden Spezialuntersuchungen zu erwarten.

Bei den untersuchten Personen ergaben sich als kleinste Mittelwerte der Reaktionswege (vgl. Abb. 7) 45 mm. Während die Kurve eigentlich mit dem Reaktionsweg von etwa 130 mm abschließt, sind noch einige vereinzelte Ausfallswerte bis 175 mm mittlerer Reaktionsweg vorhanden. Das arithmetische Mittel sämtlicher Versuchspersonen beträgt 81 mm.

In der Praxis dürften diese Werte wohl größer sein, da im Laboratorium die meisten den

Ehrgeiz hatten, die ihnen gestellten Aufgaben bestens zu lösen und außerdem ein jeder die betreffende Widerstandsänderung mit großer Konzentration erwartet, also ohne Ablenkung gearbeitet wurde.

In vielen Fällen kann auch die Reaktion auf taktilen oder akustischen Reiz beim Auftreten einer Unfallsursache auf deren Verlauf von ausschlaggebender, verhängnisvoller Bedeutung sein.

Es kommt in der Praxis vor, daß der Arbeiter beim Berühren des Werkzeuges mit der Hand rascher oder weniger rasch auf die Berührungsempfindung reagiert. Hierbei können hundertstel Sekunden auf den Ausfall der Verletzung von großer Bedeutung sein. Oft geht einer Unfallsgefahr ein warnendes Geräusch unmittelbar voran, das sich durch das Schnittgeräusch an härteren oder weicheren Holzstellen, oder beim Anschneiden eines unsichtbaren Spaltes bemerkbar macht. Hier kann durch ein schnelles Reagieren auf einen akustischen Reiz ein Unfall bei dem einen abgewendet werden, der den andern, stumpf reagierenden, vielleicht trifft.

Die Reaktionszeiten auf akustischen und taktilen Reiz können laboratoriumsmäßig mit Hilfe des Hippschen Chronoskops in σ gemessen werden. Der Reiz, im einen Falle durch einen Schallhammer, im anderen Falle durch einen Berührungskontakt gegeben, schließt gleichzeitig einen Stromkreis, der den Zeiger des Chronoskops einkuppelt. Durch die Reaktion des Prüflings, die im Abziehen des Fingers von einem Reaktionstaster besteht, wird der Zeiger wieder zum Stehen gebracht. An der Skala ist die Zeit, die vom Auftauchen des Reizes bis zur erfolgten Reaktion verflossen ist, ablesbar.

Nach Durchführung der Prüfung von verschiedenen Reaktionsverhalten erschien es notwendig zu untersuchen, ob und inwiefern eine Übereinstimmung der Ergebnisse verschiedener Reaktionsarten bei den einzelnen Versuchspersonen besteht. Zur Untersuchung dieser Frage wurden die Resultate der Messungen herangezogen, die einerseits an der Versuchsanordnung zur Prüfung der Reaktionszeit und des Reaktionsweges bei Widerstandsänderung und anderseits an der Reaktionsanordnung für akustischen Reiz gewonnen wurden. Bei der Durchführung der Korrelationsrechnung wurden Versuchsresultate von 50 Personen herangezogen.

Es wurde einerseits die Korrelation zwischen den Reaktionszeiten bei akustischem Reiz (σ) und auf Widerstandsänderung (t), andererseits zwischen der Reaktionszeit auf akustischen Reiz (σ) und dem Reaktionsweg bei Widerstandsänderung (s) ermittelt. Da für alle Werte konkrete Maßzahlen vorlagen, konnte der Korrelationskoeffizient (r) nach der Bravaisschen Formel für Maßkorrelation:

$$r = \frac{\Sigma (x \cdot y)}{\sqrt{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y^2}}$$

angewandt werden. In dieser Formel bedeuten x und y die Abweichungen der einzelnen Wertzahlen vom Mittelwert aller Versuchspersonen[1]).

Die Durchführung der Berechnung ergab zwischen den Reaktionszeiten auf akustischen Reiz und Widerstandsänderung

$$r_{(\sigma, t)} = +0{,}42$$

und zwischen akustischem Reiz und Reaktionsweg

$$r_{(\sigma, s)} = +0{,}15$$

Diese Resultate zeigen, entsprechend den recht verschiedenen Bedingungen, daß man nicht ohne weiteres von einer Reaktionsleistung auf die andere schließen kann; insbesondere besteht zwischen der Reaktionszeit σ und dem Reaktionsweg s der untersuchten Fälle kaum eine funktionelle Beziehung.

Diese Erscheinung dürfte darin ihre Erklärung finden, daß beim Reaktionsversuch auf akustischen Reiz eine reflexartige Bewegung ohne nennenswerte Kraftkomponente auszuführen ist, während bei der Versuchsanordnung für Widerstandsänderung die ganze Masse des Körpers an der aktiven Bewegung mit bedeutendem Kraftaufwand beteiligt ist. Auch ist einmal auf plötz-

[1]) Der Korrelationskoeffizient kann den Wert von + 1, bei voller Übereinstimmung, über 0 bis — 1, bei gänzlichem Gegensatz, annehmen.

lich einsetzendem Reiz, das andere Mal auf Änderung des Continuums, d. h. einer vorhandenen Arbeitsverlaufsform der Schubbetätigung zu handeln.

Gleichzeitig wurde auch die Korrelation zwischen Reaktionszeit und -Weg bei Widerstandsänderung berechnet und ergab

$$r(t, s) = +0{,}59,$$

welches Resultat einen gewissen Zusammenhang dieser beiden Werte erkennen läßt; doch kann man auch hierbei von dem einen Wert nicht unmittelbar auf den andern schließen.

Eine der sehr wichtigen Eigenschaften an den Holzbearbeitungsmaschinen ist die Fähigkeit, zielsichere Bewegungen ausführen zu können, d. h. mit der Hand genau den Weg zu beschreiben, den man beabsichtigt. Die Arbeiter müssen tagaus tagein um die gefährlichen Werkzeuge der Holzbearbeitungsmaschinen herumhantieren, und bei allen, sei es der Fräser, die Kreis- oder Bandsäge, Kehl-, Abricht-, Hobelmaschine usw., genügt die feinste Berührung des Werkzeuges, um Verletzungen schwerster Natur zu verursachen. Der Arbeiter darf nicht falsche reflexartige oder unbewußte Bewegungen bzw. Mitbewegungen ausführen.

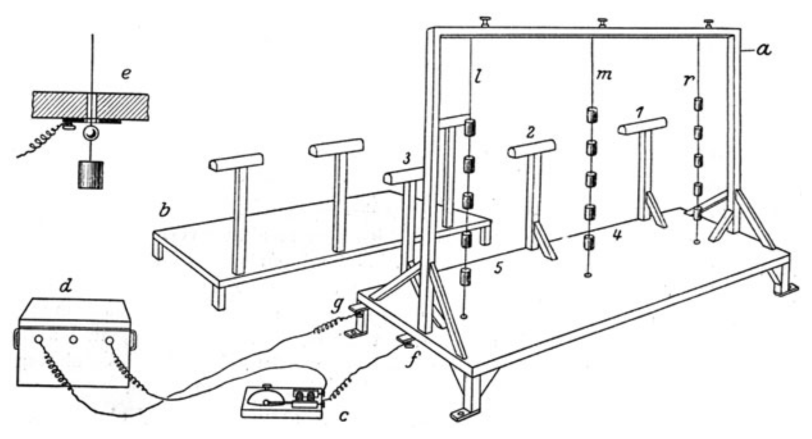


Abb. 8. Prüf- und Übungsgerät für Armbewegung.

Zur Feststellung dessen, wieweit jemand die Ausmaße seiner Armbewegungen beherrscht, bzw. ob er im Stande ist, eingeübte einfache oder zusammengesetztere Bewegungen zu automatisieren, dient der Apparat der Abb. 8, der auch als Anlern- oder Übungsgerät ausgebildet und verwendet werden kann.

Die Versuchsanordnung besteht aus dem Prüfgestell a), an welchem der Prüfling die später besprochenen Bewegungen auszuführen hat, aus dem Vorführungsgestell b), an welchem der Prüfleiter die Bewegungen vorführt, und aus der elektrischen Signalvorrichtung c) und d), bestehend aus einer elektrischen Glocke und Stromquelle, mittels welcher die Fehlleistungen der Prüflinge angezeigt werden. Diese Signalvorrichtung kann gegebenenfalls zur Entlastung des Prüfleiters durch elektrisches Zählwerk oder durch graphische Registriereinrichtung ersetzt werden.

Die Vorrichtung a) ist auf einem Tisch normaler Höhe am Rande fest angeschraubt, damit sie bei den häufigen Stößen während des Versuches nicht verschoben oder umgeworfen werden kann. Das Prüfgestell besteht aus einer ebenen Platte, über der ein Rahmen angebracht ist, von welchem 3 Drähte mit kleinen Holzzylindern zu der unteren Platte gespannt sind. Durch die Wirbel auf der oberen Seite des Rahmens lassen sich die Drähte so ausrichten, daß der unten an den Drähten befindliche elektrische Kontakt e) sehr empfindlich eingestellt wird.

Wie aus der Abb. 8 e) ersichtlich, werden die Drähte durch die Platte des Apparates hindurchgeführt. Unterhalb der Holzplatte sind die Bohrungen für die Drähte mit Messingplatten versehen, von denen die elektrischen Leitungsdrähte zu den Klemmen f) und g) führen. An den unteren Drahtenden ist eine Messingkugel befestigt, die noch durch ein Gewicht belastet wird, um die Drähte in straffer Spannung zu erhalten.

Die Entfernung zwischen der Messingkugel und der gelochten Messingplatte wird auf etwa $^2/_{10}$ mm eingestellt. An die Klemmen f) und g) ist dieSignalvorrichtung angeschlossen, so daß bei Schließung irgendeines Kontaktes der drei Drähte ein Glockenzeichen ausgelöst wird. Bei der Empfindlichkeit dieser Anordnung genügt die leiseste Berührung eines dieser Drähte, um das Läutewerk in Bewegung zu setzen.

An der rückwärtigen Seite des Brettes der Versuchsvorrichtung a) sind drei Holzgriffe angeordnet. Bei den Versuchen steht der Prüfleiter an dem Holzgestell b) dem Prüfling gegenüber. Der Prüfleiter macht bestimmte Bewegungen in gleichmäßigem Tempo dem Prüfling vor, welche dieser, nachdem er die Übung einige Male versucht hat, nachahmen muß. Hierbei werden verschiedene Aufgaben vorgeschrieben, die nacheinander an Schwierigkeit zunehmen.

Es werden im ganzen fünf verschiedene Aufgaben je viermal hintereinander gemacht, von denen die ersten drei mit offenen Augen vorgenommen werden, während die letzten zwei mit geschlossenen Augen auszuführen sind.

Es wird hierbei bei den ersten drei Aufgaben die Bewegungsfähigkeit bzw. die Sicherheit bei Ausführung von Handgriffen geprüft und bei den beiden letzteren die Bewegungsautomatisierung des Prüflings untersucht.

Um bei allen Versuchen den Rhythmus der aufeinanderfolgenden Bewegungen gleichmäßig zu halten, werden die Bewegungen nach dem Schlage eines Metronoms ausgeführt. Das Metronom wird beispielsweise auf 120 Schläge in der Minute eingestellt, wobei auf jeden zweiten Schlag eine Bewegung auszuführen ist.

Um für die Prüfung möglichst gleiche Bedingungen zu erhalten, müssen die Prüflinge den Rock ausziehen und die Ärmel des Hemdes bis über Ellenbogenhöhe zurückschlagen. Der Prüfleiter gibt dem Prüfling die notwendige Anleitung für die Durchführung des Versuches, indem er ihn darauf aufmerksam macht, daß die Bewegungen in gleichmäßigem Fluß hintereinander, wie er es vormacht, auszuführen sind und hauptsächlich darauf zu achten ist, daß die drei Drähte mit den Holzzylindern nicht berührt werden dürfen.

Der Prüfleiter führt alle Bewegungen an dem Prüfgestell im Spiegelbilde aus, d. h. einer Bewegung des Prüflings mit der rechten Hand entspricht eine des Prüfleiters mit der linken Hand.

Die bei jeder Berührung eines Drahtes ausgelösten Glockensignale werden als Fehler bei den einzelnen Aufgaben gezählt und vermerkt.

Bei einer ersten Gruppe von Aufgaben werden die Vorübungen in der Art durchgeführt, daß der Prüfling die Bewegungen erst seinem Gedächtnis einprägt. Hierauf führt er die Aufgabe in dem vorgeschriebenen Tempo entsprechend der Vorführung des Prüfleiters zweimal durch. Die hierbei gemachten Fehler werden nicht vermerkt. Unmittelbar anschließend an die beiden Vorversuche werden die zu bewertenden Versuche vier- bis fünfmal hintereinander ausgeführt.

Ein Beispiel für die Aufgaben, bei welchen Bewegungen mit beiden Händen gleichzeitig auszuführen sind, ist folgendes:

Die Hände ruhen in der Ausgangsstellung auf Griff 1 bzw. 3. Es bewegt sich die rechte Hand vom Handgriff 1 um den Draht r) herum auf den Handgriff 2, während die linke Hand gleichzeitig aus der Grundstellung vom Handgriff 3 auf die Stelle 5 kommt. Dann gehen beide Hände wieder in die Grundstellung zurück. Der nächste Griff erfolgt so, daß die rechte Hand von dem Handgriff 1 auf Stelle 4 und die linke Hand von dem Handgriff 3 auf Handgriff 2 geführt wird. Hierbei sind immer die beiden äußeren Drähte 1 und r) zu umgehen.

Bei einer zweiten Aufgabengruppe werden einige der vorher schon ausgeführten Bewegungen mit geschlossenen Augen im automatisierten Zustande ausgeführt und ebenfalls die Anzahl der Berührungen der Drähte und die fehlerhaften Griffolgen registriert.

Die beiden beschriebenen Vorrichtungen bezweckten in erster Linie, diejenigen Eigenschaften im Versuch zu erfassen, die bei Auftreten einer Unfallsgefahr eine ausschlaggebende, möglicherweise verhängnisvolle Rolle spielen können. Diese Eigenschaften gehören zwar nicht zu denjenigen, die man sonst als berufswichtig bezeichnen würde und die zur zufriedenstellenden Ausübung des Holzarbeiterberufes schlechthin notwendig wären. Man ist anderseits sicherlich auch berechtigt anzunehmen, daß diejenigen, die gute angeborene Befähigung zu dem Berufe besitzen und sich bei der Arbeit geschickt, verständnisvoll und aufmerksam betätigen, außer falls sie gerade besonders leichtsinnig oder waghalsig sind, auch viel weniger der Unfallsgefahr ausgesetzt sind wie ihre weniger befähigten Kollegen. So steht in diesem Falle, wie auch bei sonstigen hochgradig gefährlichen Berufen, die Eignungsprüfung im engeren Sinne auch immer gleichzeitig im Dienste der Unfallvorbeugung. Es seien daher in diesem Zusammenhange noch einige Einzelheiten der Berufseignungsfeststellung der Holzbearbeitungsmaschinenarbeiter ausgeführt.

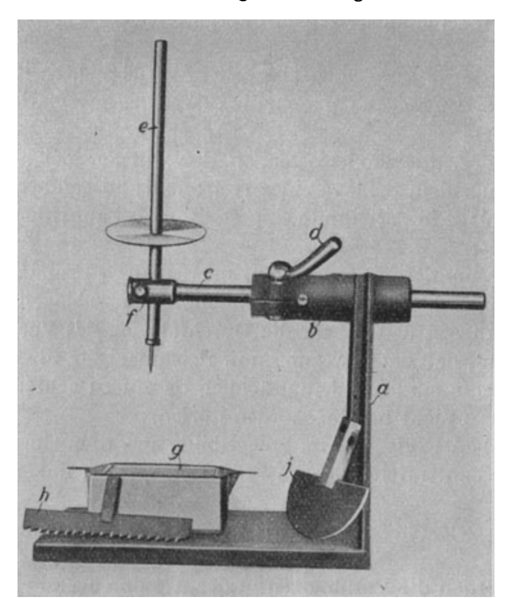


Abb. 9. Dreidimensionaler Augenmaßprüfer.

In der Holzindustrie kommt es bei vielen Arbeiten vor, daß ein Werkstück an der Maschine möglichst schnell und möglichst genau in die richtige Lage zum Werkzeug gebracht wird. Der Arbeiter benötigt hierfür ein gutes *räumliches Augenmaß*. Zur Prüfung dieser Sinnesfunktion wurde der *dreidimensionale Augenmaßprüfer* gebaut. Dieser Apparat (Abb. 9) besteht aus dem gußeisernen Gestell a), einem beweglichen wagerechten Teil der Führungsschiene c) und dem vertikalen Werkzeughalter e). In der geschlitzten Führungshülse b) ist die runde, genutete, in horizontaler Richtung verschiebbare Führungsschiene c) eingesetzt, die durch den Handhebel d) festgeklemmt werden kann. In dem vorderen Kopf der Führungsschiene ist ein vertikaler Stab e) verschiebbar gelagert, der durch die Flügelmutter f) festgehalten wird. Auf der Platte des gußeisernen Körpers a) liegt ein verschiebbarer quadratischer Holzklotz g), auf welchem das Prüfblatt mittels zwei Klemmen eingespannt wird.

Beim Prüfen des Augenmaßes in vertikaler Richtung wird in den Werkzeughalter e) eine Spitze eingeschraubt. Der Stab e) wird bis zu einer angerissenen Marke hochgestellt, und der Prüfling muß nun den Holzklotz g) mit der Marke des Prüfblattes senkrecht unter die Spitze bringen. Durch Herabsenken des Stabes e) und Einstecken der Spitze in das Papier kann der Fehler bzw. die Abweichung von der vorgezeichneten Marke festgestellt werden.

Zum Prüfen des Augenmaßes in horizontaler Richtung können die Werkzeuge h) oder j), verwendet werden; h) stellt ein Stück einer Bandsäge dar, während j) einen Fräser markieren kann. Das Stück Bandsäge wird nun statt der Spitze an den Stab e) unten befestigt. Der Handgriff d) wird geöffnet, und die Führungsschiene c) wird bis zu einer Marke herausgezogen. Der Holzklotz wird nun in eine vorgeschriebene Entfernung vom Werkzeug gelegt, und der Prüfling erhält die Aufgabe, diesen so auszurichten, daß bei Vorführen des Werkzeuges in horizontaler Richtung die vorgezeichnete Marke getroffen wird.

Beim Einspannen des Werkzeuges j) bleibt der Apparat in der vorher angeführten Stellung. Es kommt hierfür der vertikale Teil des Prüfblattes in Frage, der nach unten gebogen ist. Der Prüfling darf in diesem Falle nicht den Holzklotz stellen, sondern muß den vertikalen Stab e) der Höhe nach so einstellen, daß beim Vorführen des Werkzeuges mittels der Führungsleiste c) das Werkzeug die angerissene Strichmarke trifft.

Die Prüfungen werden so vorgenommen, daß der Apparat am Rande eines Tisches normaler Höhe unter günstigen Beleuchtungsverhältnissen aufgestellt wird. Zuerst werden zwei Versuchseinstellungen vorgenommen, die nicht ausgewertet werden. Der Prüfling wird in etwa $1/2$ m Entfernung vor den Apparat gesetzt und darf bei Einstellungen nicht in der Meßrichtung visieren, doch kann er bei der Aufgabe der Vertikaleinstellung, soweit es vom Sitzplatze geht, von verschiedenen Seiten aus seine Einstellung kontrollieren.

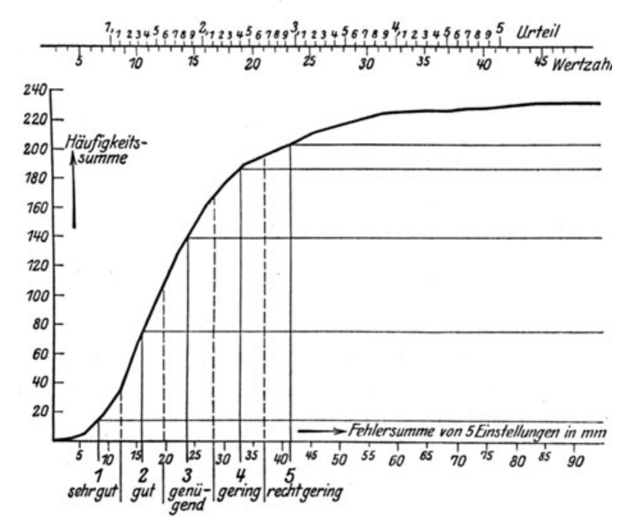


Abb. 10. Bewertungskurven des Augenmaßprüfers Abb. 9.

Zur Auswertung der Fehler für das Vertikalaugenmaß dient eine Glasplatte, auf welcher konzentrische Kreise eingeätzt sind, die in Abständen von je 1 mm auseinander liegen.

Um keine Zufallswerte zu erhalten, wird jede Aufgabe etwa fünfmal wiederholt, und die Mittelwerte — die mittleren absoluten Fehler — für jede Aufgabe ergeben das Maß der Leistung. Die auf Grund der Eichung aufgestellten Kurven für die Aufgabe der vertikalen Raumschätzung sind in Abb. 10 dargestellt.

Es kommt oft vor, daß der Arbeiter Hammerschläge ausführen muß, die in der Stärke je nachdem bemessen werden müssen, welche Wirkung sie ausüben sollen. Der Arbeiter muß somit in der Lage sein, den Schlagimpuls so zu bemessen, daß er dem gewünschten Zweck entspricht.

Ein Schema dieser Tätigkeit ist der Richtschlagprüfer, Abb. 11. Er besteht aus einer Holzplatte a) und einer Hartholzbohle b), die an der vorderen Seite abgesetzt ist. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, wird der obere Teil b) durch Federn auf das Brett a) niedergedrückt. Die im Brett b) befindlichen großen Löcher c) ermöglichen es, dieses durch Schlagen nach allen Richtungen hin zu bewegen. Auf dem Brett a) ist eine angerissene Linie c) vorgezeichnet.

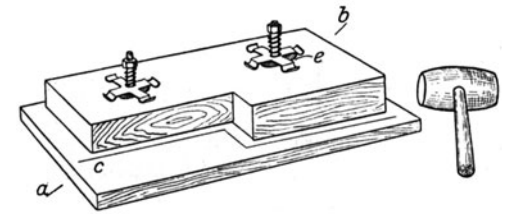


Abb. 11. Richtschlagprüfer.

Der Prüfling erhält nun die Aufgabe, durch Schlagen mit einem Holzhammer das Brett b) mit der vorderen Kante genau auf die Linie c) zu bringen. Hierbei muß er darauf achten, daß die Übereinstimmung nicht nur nach vorn, sondern auch nach rechts und links mit der vorspringenden Kante genau übereinstimmt.

Vor Durchführung der Prüfungen können die Prüflinge drei Vorversuche machen, die nicht ausgewertet werden. Die Schläge dürfen nur auf die Seiten der Bohle erfolgen, das

Schlagen auf die Ecken ist verboten. Die Vorrichtung wird lose auf den Tisch gelegt, so daß der Prüfling diese nach Belieben richten kann, um die Schläge immer unter denselben Bedingungen und in derselben Richtung führen zu können. Eine Festlegung der Zeitabstände zwischen den einzelnen Schlägen ist nicht notwendig, da die Prüflinge diese erfahrungsgemäß in genügend gleichen Abständen ausführen.

Das ausgerichtete Brett mußte sowohl in der Längsrichtung als auch in der Querrichtung genau der angerissenen Linie anliegen. Der Prüfer zählt die Anzahl der Schläge für die einzelnen Versuche, die als Vergleichsmaß für die Leistung dient.

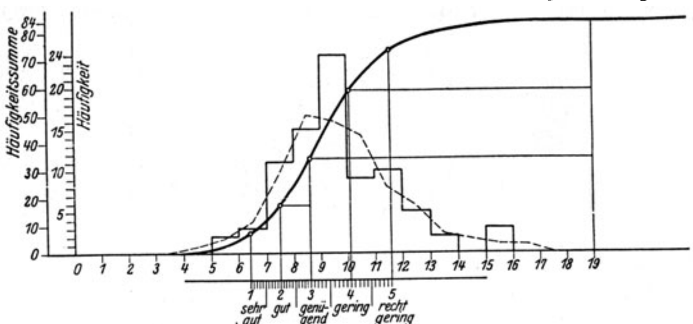


Abb. 12. Bewertungskurven des Richtschlagprüfers. (Maß: Anzahl der Schläge.)

Bei den Vorversuchen mit dieser Vorrichtung hat es sich gezeigt, daß die Anzahl der Schläge, welche die einzelnen Prüflinge benötigen, um die Bohle in die richtige Lage zu bringen, sehr stark differieren. Manchen, die gut veranlagt waren, gelang es, jedesmal mit vier bis sechs Schlägen das Brett an die richtige Stelle zu bringen, andere hingegen benötigten ständig 15—20 Schläge zur Durchführung der Aufgabe.

Abb. 12 zeigt die Resultate der Eichung mit 14—16 jährigen Knaben.

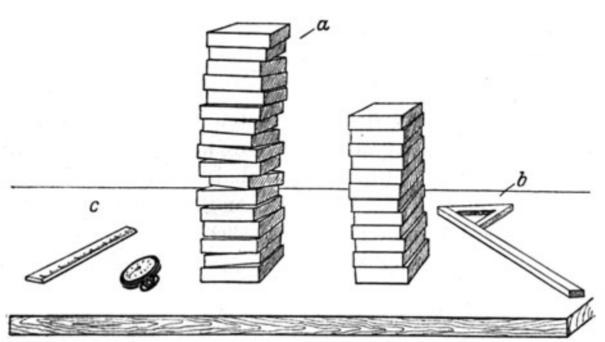


Abb. 13. Arbeitsprobe: Klötzchenstapeln.

An Hand einer Arbeitsprobe wurde versucht, Anhaltspunkte einerseits über die Anstelligkeit und Geschicklichkeit bei Ausführung von kombinierten Hand- und Armbewegungen, anderseits das angeborene Arbeitstempo bei dieser Geschicklichkeitsprobe zu erhalten.

Die Versuchsanordnung besteht aus 30 quadratischen Holzklötzchen, von denen jedes eine Seitenlänge von 95 mm und eine Höhe von 25 mm besitzt. Die Klötzchen stehen bei Beginn der Arbeitsprobe übereinander gestapelt auf einem Tisch normaler Höhe. Dem Prüfling wird die Aufgabe gestellt, die Klötzchensäule abzubauen und eine solche von etwa 30 cm daneben aufzuschichten. Hierbei wird er angewiesen, die Klötzchensäule möglichst lotrecht aufzubauen und die einzelnen Klötzchen an den vier Seiten möglichst zur Deckung zu bringen. Er muß darauf achten, eine Verdrehung zu vermeiden. Die Klötzchen sollen mit der rechten Hand von der abzubauenden Säule einzeln abgehoben und auf die aufzubauende aufgelegt werden, wobei vorgeschrieben wird, daß die Klötzchen unmittelbar beim Auflegen auf die aufzubauende Säule losgelassen werden müssen; ein nachträgliches Ausrichten ist nicht zugelassen. Es werden bei jeder Ausführung einerseits die Genauigkeit des Arbeitens, anderseits die Zeiten, die für die Durchführung benötigt werden, ermittelt.

Die Versuchsanordnung ist aus Abb. 13 ersichtlich. Zur Bewertung der Ausführung

werden von allen vier Seiten die größten Abstände der Klötzchensäule a) ermittelt. Die Abweichungen werden festgestellt, indem das mit einem rechtwinkligen Anschlag versehene Lineal b) an das am weitesten vorspringende Klötzchen von einer Seite angehalten und mittels des Maßstabes c) die Abweichung von der am weitesten von der Leiste abliegenden Kante gemessen wird.

Bei dem Umstapeln der Klötzchensäule zeigen sich sehr große Unterschiede. Manche schichten die Klötzchen sehr genau übereinander, bei manchen sieht man sowohl in vertikaler Richtung als auch in Verdrehung der Kante der Klötzchen starke Unregelmäßigkeiten, und wieder andere machen diese Arbeitsprobe so schlecht, daß die Klötzchensäule vor Vollendung der Arbeit umfällt.

Bei der mehrmaligen Ausführung der Aufgabe hat sich bei den einzelnen Prüflingen eine gewisse Konstanz der Fehler ergeben.

Mit dieser Versuchsanordnung wurde, wie bereits erwähnt, auch das Arbeitstempo untersucht. Die Instruktion, die der Prüfling zur Durchführung der Aufgabe erhalten hat, ist bereits weiter oben ausgeführt. In bezug auf Geschwindigkeit der Durchführung wurden ihm keinerlei Vorschriften gemacht, sondern man überließ es ihm ganz, die Aufgabe in einer Zeit durchzuführen, die seinem angeborenen Arbeitstempo entspricht. Die Zeitdauer wird jeweils vom Prüfleiter mit einer durchlaufenden Normalstoppuhr abgelesen, ohne daß es der Prüfling bemerken darf.

Um zu sehen, ob sich nicht die Arbeitsgenauigkeit und die Geschwindigkeit beträchtlich beeinflussen, wie man es vermuten könnte, war es notwendig, die Korrelation der beiden Prüfergebnisse zu untersuchen. Die Berechnung wurde auf Grund der Ergebnisse von 50 wahllos herausgegriffenen Versuchspersonen abgeleitet und ergab laut der oben angeführten Bravaisschen Formel einen Maßkorrelationskoeffizienten

$$r = -0{,}21, \text{ bei einem wahrscheinlichen Fehler } wF = \pm 0{,}10.$$

Dieses Resultat zeigt aber deutlich, daß bei den vorgenommenen Versuchen kaum von einer funktionellen Beziehung (in mathematischem Sinne) zwischen den beiden Prüfurteilen die Rede sein kann und somit die Verwertung derselben nach zwei ganz verschiedenen Richtungen erlaubt und berechtigt ist.

Aus dieser Arbeitsprobe kann der Prüfer außerdem noch sehr wertvolle Rückschlüsse ziehen, indem er den Prüfling bei der Arbeit genau beobachtet. Man kann hierbei feststellen, wie ordnungsliebend veranlagte Menschen große Sorgfalt darauf legen, den Haufen möglichst schön zu stapeln; anderen wiederum ist es ziemlich gleichgültig, wie die Sache ausfällt.

Von den in Taf. 2 angeführten berufswichtigen Fähigkeiten wird eine weitere Reihe durch Prüfverfahren, die ebenda angeführt stehen, bei der Eignungsfeststellung erfaßt. Da diese, schon anderweitig beschrieben, als bekannt angenommen werden, dürfte ihre eingehende Besprechung an dieser Stelle sich erübrigen.

Wie bei den meisten sonstigen Eignungsprüfungen, würde auch hier schon eine geringere Anzahl von Prüfproben, als sie in der Taf. 2 angeführt sind, ausreichen. Es erscheint aber nicht ratsam, diese Anzahl zu verringern, sondern man wird vorteilhafterweise diejenigen Prüfaufgaben, die, wenn auch von geringerem diagnostischen Wert, doch aber geeignet sind, das Interesse der Prüflinge zu erwecken und dadurch ihre möglicherweise mitgebrachte Benommenheit (Prüfungsfieber) zu zerstreuen, den übrigen vorausschicken.

Es besteht die Möglichkeit, falls das Prüfpersonal einigermaßen geübt ist, die Prüfung einer Gruppe von 8—10 Knaben in einer Zeit von 4—5 Stunden durchzuführen. Da eine große Anzahl von Apparaten und Versuchseinrichtungen Verwendung findet, muß man die Prüflinge an den einzelnen Apparaten gleichmäßig verteilen, und gehören zur Durchführung der Prüfungen ein Prüfleiter und zwei bis drei Hilfspersonen, von denen jedoch jede nur die Bedienung von einigen Apparaten zu kennen braucht. Das Einarbeiten der Hilfsarbeiter

durch den fachkundigen Prüfleiter läßt sich in wenigen Stunden vornehmen, so daß lediglich der Prüfleiter Spezialbildung besitzen muß, während die Hilfspersonen nach Bedarf zu den Versuchen herangezogen werden können. Die mittels der Eichkurven ausgewerteten Einzelurteile sollen nun zusammengefaßt werden, um ein Gesamturteil zu ergeben. Zur leichten Übersicht werden diese Werte in eine Eignungskurve eingetragen, wo sie ein charakteristisches Bild ergeben, aus dem man schnell ersehen kann, auf welchem Gebiete der Schwerpunkt der Begabung oder des Versagens liegt. Abb. 14 zeigt das Formular einer Eignungskurve in die ein Beispiel eines Prüfungsergebnisses eingetragen ist.

In einigen Fällen werden die Leistungen von mehreren Prüfversuchen in ein Urteil zusammengefaßt und ihr Mittelwert in eine Spalte der Eignungskurve eingetragen. Dies ist der Fall beim Augenmaß, welches aus den Resultaten des räumlichen Augenmaßprüfers und des Winkelschätzers gewonnen wird, ferner sind bei der Raumvorstellung vier Prüfverfahren vorgesehen, Fräseraussuchen, Rybakofftest, Schnitte durch Körper und Probe für Zeichnungenlesen. Bei der Beurteilung der Reaktionsleistung auf Widerstandsänderung ist der Mittelwert der Leistungszensur der Reaktionszeiten und Reaktionswege eingetragen.

Leistungsziffer	Sinnesleistungen (einschl. Handbetätigung)						Reaktionsfähigkeit			Intellektuelle Funktionen					Individualitätsfaktor			
	Augenmaß	Tastsinn	Empfindlichkeit im Unterarm u. Handgelenk	Lage u. Bewegung bewußtsein (Automatisierung)	Griffsicherheit	Bewegungsgeschicklichkeit	Reaktion auf taktilen Reiz	Reaktion auf akustischen Reiz (σ)	Reaktion auf Widerstandsänderung	Gedächtnis für Formen	Raumvorstellung	Technische Intelligenz	Rechnerische Begabung	Zeichnerische Begabung	Arbeitstempo	Körpergröße cm	Körperkraft (Handdruck) kg	Ermüdbarkeit
sehr gut 1								97								170	32	
gut 2																		
genügend 3																		
gering 4																		
sehr gering 5																		

Abb. 14. Eignungskurve.

Bei der Reaktion auf taktilen und akustischen Reiz, wo die Häufigkeitsstatistik zwei typische Hauptfälle ergibt, wird man richtiger auf eine zensurmäßige Bewertung verzichten und statt dessen die mittleren Reaktionszeiten zahlenmäßig in σ eintragen. Die Körpergröße und Kraft läßt sich natürlich ebenfalls nicht mit einer Zensur belegen und wird deshalb das Maß in die betreffende Spalte in cm bzw. kg (Handdruck) eingetragen.

Unterhalb der graphischen Zusammenstellung ist Raum für etwaige Eintragung des Rangplatzes des Prüflings in seiner Gruppe bzw. für eine Gesamtbeurteilung vorgesehen. Um den Wert und die Richtigkeit der ausgearbeiteten Eignungsprüfung bestimmen zu können, war es notwendig, die mit derselben gewonnenen Werte mit der Praxis zu vergleichen, um auf diese Weise festzustellen, in wie hohem Maße eine Übereinstimmung vorhanden ist. Die ersten Versuche wurden an Versuchspersonen vorgenommen, die größtenteils von vielen Betrieben entsandt wurden, in dem Maße, wie der Holzarbeiterverband in der Lage war, Arbeiter zur Verfügung zu stellen.

Erfolgskontrolle.

Um Vergleichswerte bzgl. Übereinstimmung des Laboratoriumsbefundes mit dem Werkstättenurteil der Praxis erhalten zu können, wurden von verschiedenen Betrieben Berlins

dankenswerter Weise Gruppen von Tischlerlehrlingen aus den Werkschulen zur Verfügung gestellt. Die Leitungen der betreffenden Werke erklärten sich bereit, nach Bekanntgabe der gefundenen Prüfungsresultate ihre Beurteilung für die entsandte Gruppe in Form von Rangreihen anzugeben.

Nachdem die Lehrlinge der einzelnen Gruppen geprüft und zensiert waren, wurden provisorische Rangreihen aufgestellt. Es kam in Erwägung, ob man für jede Beurteilung mindestens zweierlei Bewertungen: für intellektuelle Funktionen und Handbetätigungen gesondert ermitteln sollte. Da jedoch die zur Erfolgskontrolle dienenden Gegenlisten der Werke als eindimensionale Rangreihen der allgemeinen Bewährung im Berufe zu erwarten waren, wurde vorerst aus den einzelnen Leistungsziffern das arithmetische Mittel errechnet, wobei alle Leistungen mit gleichen Gewichtsziffern eingesetzt wurden. Die Reaktionsleistungen sowie die Körpergröße und Körperkraft wurden bei dieser Beurteilung ausgeschaltet. Nachdem auf diese Weise die Rangreihen für sämtliche Gruppen ermittelt waren, fand ein Austausch mit den Werten der Industrie statt. Es ergab sich schon bei flüchtigem Vergleich der Prüfungswerte mit den Rangreihen der Praxis eine sehr befriedigende Übereinstimmung. Zur genaueren Feststellung der Rangreihen sollten nun die einzelnen Prüfungen mit Gewichtsziffern entsprechend ihrem größeren und geringeren prognostischen Werte nach belegt werden. Zu diesem Zweck wurden für die einzelnen Teilresultate der Prüfung Korrelationsrechnungen zwischen Laboratoriumsbefund und den Angaben der Industrie angestellt und ermittelt, welche Funktionen größere bzw. geringere Korrelationen aufwiesen.

Für die Korrelationsrechnung wurde hier die Krüger-Spearmansche Formel für Rangreihenkorrelation

$$\varrho = 1 - \frac{6\Sigma d^2}{n(n^2 - 1)}$$

benutzt[1]). In dieser Formel bedeuten ϱ den Korrelationskoeffizienten, d die Rangplatzdifferenz zwischen Laboratorium und Werkstättenrangreihe und n die Anzahl der Personen einer Rangreihe. Die wahrscheinlichen Fehler wurden kontrolliert und in allen Fällen genügend klein gefunden[2]).

Entsprechend den gefundenen Übereinstimmungsgraden wurden einzelne Prüfverfahren mit höherer Gewichtsziffer belegt, während andere eine einfache Bewertung erhielten. Die höchste Korrelation ergab bei der zeichnerischen Begabung einen Wert von

$$\varrho = +0{,}861.$$

Annähernd die gleichen Werte ergaben sich bei technischer Intelligenz und Raumvorstellung mit Werten von

$$\varrho = +0{,}828 \text{ bzw. } \varrho = +0{,}777.$$

Diesen Funktionen wurde die Gewichtsziffer 2 gegeben. Die übrigen Prüfverfahren wurden einfach bewertet. Aus der hohen Übereinstimmung bei der Raumvorstellung und der technischen Intelligenz geht hervor, daß in den vorliegenden Fällen das Urteil der Praktiker sich stark nach der Intelligenz der Lehrlinge gerichtet hat[3]). Die Griffsicherheit und Bewegungsgeschicklichkeit wurden bei der Erfolgskontrolle zu einem Wert zusammengefaßt, und es ergab sich so

$$\varrho = +0{,}575.$$

Die Prüfung des Bewegungsbewußtseins (Automatisierung) bezieht sich hauptsächlich auf Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Unfälle und hat wohl wenig Einfluß auf die Bewährung im Berufe. Die Korrelationsrechnung ergab

$$\varrho = +0{,}26, \ (wF = \pm 0{,}114).$$

Für die Aufstellung der endgültigen Erfolgsstatistik wurde das Ergebnis dieser Prüfung auch nicht verwertet.

[1]) Vgl. Fußnote S. 107. [2]) Wirth, Spezielle psychophysische Maßmethoden. Fig. 17, S. 144.
[3]) Vgl. Moede: Frage- u. Beobachtungsbogen in d. prakt. Psychologie. Prakt. Psychol. Bd. 4.

Die Bewertungsziffern, die sich bei der Auswertung für die einzelnen Prüfverfahren ergaben, wurden mit den vorstehend ausgeführten Gewichtsziffern multipliziert und auf diese Weise das Gesamturteil gebildet. An Hand dieser Gesamtbewertungsziffern wurde die Rangreihe für die einzelnen Gruppen aufgestellt.

Nachdem diese Rangreihen aufgestellt waren, erhielten wir von der Industrie die Rangreihen der Praxis, welche in den meisten Fällen von den Werkschulleitern und von den Meistern gemeinsam aufgestellt wurden. Die sich bei Vergleich der Rangreihen des Laboratoriumsbefundes und der Praxis ergebenden Übereinstimmungen können als befriedigend angesprochen werden.

Die größte Gruppe, die für diese Arbeit zur Verfügung stand, entstammte der Lehrlingsschule der Siemens-Schuckertwerke und umfaßte 17 Holzarbeiterlehrlinge. Diese Gruppe soll nun, da sie die größte war, im nachstehenden ausführlicher besprochen werden. In Abb. 15 ist ein graphisches Bild der Rangplatzverschiebung für die Siemens-Schuckertgruppe ersichtlich. Da uns von der Werkleitung die Rangreihe in vier Gruppen übersandt

Graphische Darstellung der Erfolgskontrolle (ohne Gewichtsziffer).

Werkschul- Gruppierung	Werkschul- Rangplatz	Name	Rangplatzverschiebung	Prüfung- Rangplatz	
I. 1.—4.	2,5	Fie.		1	I.
	2,5	Sey.		2	
	2,5	Lin.		3	
	2,5	Fun.		4	
II. 5.—9.	7	Dir.		5	II.
	7	Grae.		6	
	7	Lit.		7	
	7	Schil.		8	
	7	Mak.		9	
III. 10.—13.	11,5	Wee.		10	III.
	11,5	Nic.		11	
	11,5	Schle.		12	
	11,5	Scha.		13	
IV. 14.—17.	15,5	Kai.		14	IV.
	15,5	Schm.		15	
	15,5	Hen.		16	
	15,5	Har.		17	

Abb. 15. Rangplatzverschiebung I.

wurde, dergestalt, daß die vier besten, die nächsten fünf guten, die darauffolgenden vier brauchbaren und die letzten vier mäßig brauchbaren zu je einer Gruppe zusammengefaßt waren, wurden die sich im Laboratorium ergebenden Rangreihen ebenfalls in Gruppen gleicher Anzahl unterteilt. In der wiedergegebenen Darstellung der Rangplatzverschiebung ist die von Siemens-Schuckert angegebene Rangreihe der im Laboratorium vor der Bekanntgabe der Beurteilung des Werkes ermittelten gegenübergestellt. Bei diesem Vergleich ersieht man schon eine hohe Übereinstimmung der Rangplätze. Es fällt hierbei auf, daß ein Lehrling nach Siemens-Schuckert von der vierten Gruppe in die zweite der Laboratoriumsbeurteilung fällt. Um diese starke Abweichung aufzuklären, wurde bei der Siemens-Schuckertschule Rückfrage gehalten[1]) und der betreffende Lehrling zur genauen Untersuchung des Falles nochmals ins Laboratorium entsandt. Es ergab sich hierbei, daß das Resultat der ursprünglich vorgenommenen Prüfung vollbestätigt wurde, da der Prüfling auch neuerdings Leistungen lieferte, die über Durchschnitt lagen. Der Verdacht, daß der Lehrling bei der ersten Prüfung von den Gruppenaufgaben abgeschrieben haben könnte, wurde besonders untersucht und als unberechtigt fallen gelassen. Auf vorsichtiges Befragen sagte der Lehrling aus, daß er erst $^1/_2$ Jahr in der Lehre sei und bei einem Lehrgesellen arbeite, der ihn in den

[1]) An dieser Stelle sei Herrn Sauerland von der S. S. Werkschule für sein entgegengebrachtes Interesse und seine Bemühungen besonders gedankt.

Arbeiten ungenügend unterwiesen habe und demzufolge die Lehrarbeiten nicht befriedigend durchführen könnte. Er sei aber jetzt seit einigen Wochen einem anderen Gesellen zugeteilt worden, unter dessen Anleitung er schon einige Arbeiten zur Zufriedenheit des Meisters ausgeführt habe. Die Nachforschung des Leiters der Werkschule hat die Aussagen des Lehrlings bestätigt.

Es wurde des weiteren aus den Eignungsprüfungsresultaten unter Berücksichtigung der gewonnenen Gewichtsziffern der einzelnen Teilprüfungen eine neuere Rangreihe ermittelt und diese mit der Werkschulrangreihe verglichen. Die Gegenüberstellung ist in Abb. 16 veranschaulicht. Das graphische Bild zeigt in der ersten Gruppe, Prüfling 1—4, eine vollkommene Übereinstimmung. Bei der zweiten Gruppe, Prüfling 5—9, stimmen vier Plätze überein, während ein Prüfling den Platz mit einem der nächsten Gruppe vertauscht. Ebenso findet eine wechselseitige Urteilsverschiebung je eines Prüflings zwischen der dritten und vierten Gruppe statt, während alle übrigen eine übereinstimmende Einordnung von der Praxis und von der Laboratoriumsprüfung erhielten.

Graphische Darstellung der Erfolgskontrolle (mit Gewichtsziffer).

Werkschul-		Name	Rangplatzverschiebung	Prüfung
Gruppierung	Gruppenpl.			Gruppe
1.—4.	I.	Fie. Lin. Sey. Fun.		I.
5.—9.	II.	Grae. Lit. Schil. Dir. Mak.		II.
10.—13.	III.	Wee. Scha. Nic. Schle.		III.
14.—17.	IV.	Kai. Har. Schm. Hen.		IV.

Abb. 16. Rangplatzverschiebung II.

Die Korrelationsrechnung weist einen Wert für vorstehende Gruppe von

$$\varrho = +0,89$$

auf, der wohl als sehr gut anzusprechen ist. Wenn man bedenkt, daß die von den Siemens-Schuckertwerken vorgenommenen Gruppenteilungen von vornherein eine 100%ige Übereinstimmung ausschließen, da bei der Korrelationsberechnung für die Gruppe nach Siemens-Schuckert jeweils der Mittelwert eingesetzt werden mußte, während die nach der Laboratoriumsprüfung aufgestellte Rangreihe mit den laufenden Zahlen in Rechnung gestellt wurde, was bei einer angenommenen vollkommenen Übereinstimmung der beiden Rangreihen

$$\varrho = +0,969$$

ergibt, erscheint die Abweichung von dem bestmöglichen Resultat unerwartet gering.

Bei den von anderen Werken zur Prüfung erschienenen Gruppen ergaben sich auch recht gute Übereinstimmungen zwischen Laboratorium und Werkstatt. Leider waren aber die einzelnen Gruppen zu klein, um zahlenmäßig verläßlich verarbeitet werden zu können. Die nächstgrößte Gruppe von sieben Tischlerlehrlingen der Fritz Werner A.-G. kann vielleicht noch einzeln angeführt werden, da hier die Korrelationsrechnung ein

$$\varrho = +0,74 \text{ bei einem } wF = \pm 0,12,$$

also ein Resultat gerade an der Grenze der Verläßlichkeit ergibt. Kleinere Gruppen haben

ja den großen Nachteil, daß das Übereinstimmungsmaß von Zufällen stark beeinflußt wird und einerseits leicht eine absolute Übereinstimmung entsteht, anderseits oft eine geringe Verschiebung zu ungünstig ins Gewicht fällt.

Da auch bei einer größeren Anzahl von Lehrlingen immer solche vorhanden sind, die annähernd gleiche Leistungen und Begabungen aufweisen, hat weder die Praxis noch das Laboratorium die Möglichkeit, Rangreihen mit absoluter Genauigkeit aufzustellen. Es spielt hierbei wesentlich der Umstand mit, daß von dem einen Beurteiler vielleicht den intellektuellen Leistungen mehr Wichtigkeit beigemessen wird, während beim anderen die Handschicklichkeit ausschlaggebend ist. Deshalb ergibt auch die Gesamtbewertungsziffer im allgemeinen keine befriedigende Bewertung, da sie nicht zum Ausdruck bringt, in welcher Richtung der Schwerpunkt der Begabung des Prüflings liegt und diese Ziffer das Profil der Eignungskurve nicht vollwertig zum Ausdruck bringt. Für die Praxis gibt jedoch die Gesamtbewertungsziffer eine Handhabe für die Erfolgskontrolle; doch muß bei der Eignungsprüfung der Prüfleiter nach der Eignungskurve urteilen, um die sich ergebenden Fähigkeiten mit den bei den einzelnen Arbeitsplätzen gewünschten berufswichtigen Funktionen in Übereinstimmung zu bringen. Es erscheint auch ausgeschlossen, daß die Beurteilung ein und derselben Gruppe unter gleichen Bedingungen in der Praxis, falls sie von zwei verschiedenen Personen vorgenommen wird, genau übereinstimmt, so daß man bei der Eignungsprüfung das Hauptgewicht nicht darauf legen kann, eine absolut genaue Übereinstimmung mit der Praxis zu erzielen, sondern daß man eine Abgrenzung in größeren Gruppen vornimmt, um in großen Zügen die für den betreffenden Beruf sehr gut, gut und mäßig oder minder Geeigneten auseinanderzuhalten.

Unser Bemühen war eine Eignungsprüfung für die Holzindustrie zu schaffen, und es wurden zur Prüfung der an Holzbearbeitungsmaschinen wichtigen Funktionen Apparate, deren Anwendungsmöglichkeit sowie das Vorgehen bei der Prüfung festgelegt. Die am Schluß behandelte Erfolgsstatistik erwies die Richtigkeit der angewandten Methoden, indem die im Laboratorium gefundenen Beurteilungen der Prüflinge durch die Praxis mit weitgehender Genauigkeit bestätigt wurden. In bezug auf Unfallsgefahr kann man mittels der geschaffenen Prüfverfahren in großen Zügen auch feststellen, ob ein Prüfling derartige Werte aufweist, bei welchen er seine Arbeit lieber an einem weniger gefährlichen Platz suchen sollte. Der einwandfreie Beweis für dies letztere kann natürlich erst dann gebracht werden, wenn durch allgemeine Verbreitung und Anwendung des Prüfverfahrens mit der Zeit ein merklicher Rückgang in der Anzahl der Holzbearbeitungsmaschinenunfälle eintritt.